



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑩ DE 196 52 325 C 1

⑤① Int. Cl.⁶:
H 01 L 27/08
H 01 L 23/525
// H03M 1/12

②① Aktenzeichen: 196 52 325.7-33
②② Anmeldetag: 16. 12. 96
④③ Offenlegungstag: -
④⑤ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 7. 5. 98

(2)

DE 196 52 325 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:
Siemens AG, 80333 München, DE

⑦② Erfinder:
Zettler, Thomas, Dr.rer.nat., 81737 München, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE	41 13 961 A1
US	53 37 173
EP	06 55 783 A1
JP	05-1 14 835 A

⑤④ Integrierte Halbleiterschaltung mit Kapazitäts-Redundanz

⑤⑦ Die Erfindung betrifft eine integrierte Halbleiterschaltung aus wenigstens einer Kapazität (12) und wenigstens einem Transferelement (14, 15). Bei Ausfall der wenigstens einen Kapazität (12) ist mit dem Transferelement (14, 15) wenigstens eine Redundanz-Kapazität (13) anstelle der ausgefallenen Kapazität (12) zuschaltbar.

DE 196 52 325 C 1

BEST AVAILABLE COPY

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine integrierte Halbleiterschaltung aus wenigstens einer Kapazität und Transfer-elementen, bei der bei Ausfall der wenigstens einen Kapazität mit den Transfer-elementen wenigstens eine Redundanz-Kapazität zuschaltbar ist.

Bekanntlich werden integrierte Halbleiterschaltungen, in die Kapazitäten integriert sind, für die verschiedensten Zwecke benötigt und auch eingesetzt. So haben beispielsweise Ladungspumpen, Analog/Digital-Wandler und Spannungspuffer integrierte Kapazitäten.

Abhängig von dem Verwendungszweck werden in solchen integrierten Halbleiterschaltungen auch Kapazitäten mit relativ großen Kapazitätswerten vom pF-Bereich bis hinauf zum nE-Bereich benötigt. Derartige größere Kapazitätswerte speziell im nE-Bereich erfordern eine relativ große Kondensatorfläche.

Mit steigender Kondensatorfläche wird aber bei der Herstellung einer integrierten Halbleiterschaltung die Wahrscheinlichkeit eines herstellungsbedingten lokalen Defektes in einer solchen Kapazität mit großem Kapazitätswert größer. Mit anderen Worten, größere Kapazitätswerte von Kapazitäten bedingen zwangsläufig höhere Ausbeuteeinbußen bei der Fertigung von integrierten Halbleiterschaltungen. Bisher werden integrierte Halbleiterschaltungen, bei denen in Kapazitäten herstellungsbedingte Defekte vorliegen, verworfen, was in vielen Fällen äußerst unwirtschaftlich ist.

In der DE 41 13 961 A1 ist eine Halbleitereinrichtung mit einem redundanten Ersatzschaltkreisbereich beschrieben. Durch Abschmelzen und Entfernen einer Lasertrimm-Schmelzverbindung wird ein defekter Schaltkreisbereich durch den redundanten Schaltkreisbereich ersetzt.

Aus der US 5 337 173 ist eine Flüssigkristallanzeige (LCD) mit Speicherkapazitäten bekannt. Jeweils zwei beziehungsweise vier Speicherkapazitäten ist eine Hilfskapazität zugeordnet. Defekte Speicherkapazitäten können mittels eines YAG-Lasers abgetrennt werden und die Hilfskapazität kann auf eine nicht näher beschriebene Art angeschlossen werden.

Schließlich ist aus JP 5-114 835 A eine integrierte Filterschaltung bekannt, mit einer Gruppe von Kapazitäten mit jeweils einem Schalter in Reihe und einer Gruppe baugleicher Kapazitäten, ebenfalls mit Schalter in Reihe. Die Schalter werden durch eine Kontrolleinheit so angesteuert, daß defekte Kapazitäten aus der ersten Gruppe durch solche aus der zweiten Gruppe ersetzt werden.

Diesen bekannten Anordnungen gemein ist, daß nach dem Zuschalten der Ersatz-Kapazitäten beziehungsweise Schaltkreisbereiche jeweils parasitäre Kapazitäten durch die defekten Kapazitäten beziehungsweise Schaltkreisbereiche zum Tragen kommen.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine integrierte Halbleiterschaltung zu schaffen, die beim Zuschalten von Redundanz-Kapazitäten infolge von defekten Kapazitäten parasitäre Kapazitäten vermeidet.

Zur Lösung dieser Aufgabe zeichnet sich eine integrierte Halbleiterschaltung der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch aus, daß beide Anschlüsse der Kapazität und der Redundanz-Kapazität jeweils mit einem Transfer-element verbunden sind.

Es ist möglich, zu den Kapazitäten, die in einer ersten Anzahl vorliegen, eine zweite Anzahl von Redundanz-Kapazitäten parallel zu schalten. Die zweite Anzahl kann dabei gleich zu der ersten Anzahl sein. Jedoch ist es selbstverständlich auch möglich, die zweite Anzahl kleiner zu machen, so daß weniger Redundanz-Kapazitäten als Kapazitäten vorliegen. Beispielsweise kann auch eine Redundanz-

Kapazität jeweils parallel zu zwei Kapazitäten liegen.

Für die Transfer-elemente können NMOS-, PMOS-, CMOS- oder auch bipolare Transfer-gates eingesetzt werden. Ebenso ist es auch möglich, für das Transfer-element eine Fuse und/oder eine Antifuse einzusetzen. Unter einer Fuse bzw. einer Antifuse ist dabei eine auftrennbare Verbindungsbrücke bzw. eine verbindbare Leitungsunterbrechung zu verstehen (vergleiche beispielsweise EP-A1-0 655 783). Für eine Fuse kann in vorteilhafter Weise beispielsweise eine Laser-Fuse eingesetzt werden, bei der eine Verbindungsbrücke mittels eines Laserstrahles unterbrochen wird.

Zur Verdeutlichung ist in der Fig. 5 eine Fuse dargestellt, während Fig. 6 eine Antifuse zeigt. In Fig. 5 ist die Grundstruktur einer lateralen Diffusions-Fuse mit einer niedrig dotierten, schmalen flachen Diffusionsbahn 1 mit einer Breite von etwa 0,5 bis 1 μm , welche von einem großen p-dotierten Gebiet 2 umgeben ist, dargestellt. Das Gebiet 2 kann das Substrat eines Halbleiterkörpers mit dem Grundmaterial Silizium sein, welches durch Grunddotierung mit beispielsweise Bor in einer Konzentration von etwa $3 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ vordotiert ist. Die Diffusionsbahn wird durch Implantation von Arsen mit einer Energie von 120 keV und einer Dosis von etwa $5,0 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2}$ hergestellt. Auf die Oberfläche 3 des Halbleiterkörpers wird eine transparente Abdeckschicht 4 aufgetragen. Zur Aktivierung der auftrennbaren Verbindungsbrücke aus der Diffusionsbahn 1 wird diese durch kurzzeitige Bestrahlung mit Laserlicht in einem Aktivierungsabschnitt 6 hochohmig gemacht bzw. umdotiert, was zur Unterbrechung der Diffusionsbahn 1 führt.

Fig. 6 zeigt eine laterale Antifuse, bei der eine p-dotierte, breite, tiefe Diffusionsbahn 5 mit zwei Leitungsbahnstücken 7, 8 in einer n-leitenden Wanne 9 in einem Halbleiterkörper 10 vorgesehen ist. Eine Lücke 11 zwischen den Leiterbahnstücken 7, 8 kann durch Einwirkung eines Laserstrahles umdotiert werden, was zu einer dauerhaften elektrischen Verbindung zwischen den beiden Leitungsbahnstücken 7, 8 führt.

Als Fuse kann ebenso die in Fig. 7 dargestellte Polysilizium Laser-Fuse verwendet werden.

Diese Fuse bzw. Antifuse sind nicht Gegenstand der vorliegenden Erfindung, können bei dieser aber in vorteilhafter Weise eingesetzt werden.

Wesentlich an der vorliegenden Erfindung ist, daß einer Kapazität eine Redundanz-Kapazität zugeordnet ist. Dabei wird die Kapazität in vorteilhafter Weise in m Teile unterteilt, wobei m wenigstens 1 beträgt. Diese m Kapazitäten sind dann n Redundanz-Kapazitäten zugeordnet, wobei n wenigstens den Wert 1 hat. Mit anderen Worten, einer Kapazität ist wenigstens eine Redundanz-Kapazität zugeordnet.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Schaltbild eines ersten Ausführungsbeispiels der Erfindung, bei dem m Kapazitäten n Redundanz-Kapazitäten zugeordnet sind, wobei als Transfer-elemente NMOS-, PMOS- oder CMOS-Transfer-gates eingesetzt sind;

Fig. 2 ein Schaltbild eines zweiten Ausführungsbeispiels der Erfindung, bei dem als Transfer-elemente Laser-Fuses verwendet werden;

Fig. 3 ein Schaltbild eines dritten Ausführungsbeispiels der Erfindung, bei dem nicht-parallelen Kapazitäten eine Redundanz-Kapazität zugeordnet ist;

Fig. 4 ein Schaltbild eines weiteren Ausführungsbeispiels der Erfindung, bei dem als Transfer-elemente Parallelschaltungen von Fuses und Antifuses eingesetzt sind;

Fig. 5 eine schematische Darstellung einer Fuse;

Fig. 6 eine schematische Darstellung einer Antifuse, und

Fig. 7 eine schematische Darstellung einer Polysilizium Laser Fuse.

Die Fig. 5 und 6 sind bereits eingangs erläutert worden.

In Fig. 1 sind m Kapazitäten 12 parallel zueinander geschaltet und weisen insgesamt eine Kapazität mit beispielsweise dem Kapazitätswert C_a auf. Dabei können zur Vereinfachung die einzelnen Kapazitäten 12 jeweils den gleichen Kapazitätswert C_m haben. Diesen m Kapazitäten sind n Redundanz-Kapazitäten 13 zugeordnet. Diese Redundanz-Kapazitäten 13 haben ebenfalls gleiche Kapazitätswerte mit jeweils der Größe C_{rn} , wobei $C_{rn} = C_m$ gilt. Mit anderen Worten, die Kapazitätswerte der einzelnen Kapazitäten 12 und Redundanz-Kapazitäten 13 sind jeweils gleich zueinander.

Die Kapazitäten 12 und 13 sind nun jeweils über Transferelemente 14, 15 und Steuerleitungen 19, 20 miteinander verbunden. Dabei liegen $m+n$ Steuerleitungen 19 und $m+n$ Steuerleitungen 20 vor, so daß insgesamt $2(m+n)$ Steuerleitungen vorhanden sind.

Bei Ausfall einer speziellen Kapazität 12 kann durch entsprechendes Schalten der Transferelemente 14, 15 diese spezielle Kapazität 12 abgeschaltet und dafür eine entsprechende Redundanz-Kapazität 13 zugeschaltet werden. Bei verschiedenen Kapazitätswerten der Kapazitäten 12 kann dabei jeder Kapazität 12 eine entsprechende Kapazität 13 mit gleichem Kapazitätswert zugeordnet sein, so daß die Gesamtkapazität bei Ersetzen der ausgefallenen Kapazität durch die Redundanz-Kapazität gleich bleibt.

Ist die Gesamtkapazität nach oben hin unbegrenzt und darf für die Funktion der integrierten Halbleiterschaltung nur ein Minimalwert der Gesamtkapazität nicht unterschritten werden, so können im Ausgangszustand auch alle Kapazitäten und Redundanz-Kapazitäten eingeschaltet sein. Bei Auftreten eines Defektes wird dann lediglich die defekte Kapazität bzw. Redundanz-Kapazität abgeschaltet.

Für die Transferelemente 14, 15 können in vorteilhafter Weise elektrisch steuerbare NMOS-, PMOS- oder CMOS-Transferelemente eingesetzt werden. Selbstverständlich ist es aber auch möglich, bipolare Transferelemente, wie beispielsweise Bipolar-Transistoren zu verwenden.

Bei einem Test der integrierten Halbleiterschaltung kann mit Hilfe dieser Transferelemente die notwendige Stellung der Steuersignale ermittelt werden. Mittels eines Testprogrammes können dann systematisch die Steuersignale so lange verändert werden, bis der Schaltungsblock mit einer Kapazität 12 richtig arbeitet oder seine Nicht-Reparierbarkeit durch Einsatz einer Redundanz-Kapazität 13 erkannt ist.

Fig. 2 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen integrierten Halbleiterschaltung, bei dem ebenfalls von parallel geschalteten Kapazitäten 12 ausgegangen wird, denen hierzu parallel liegende Redundanz-Kapazitäten 13 zugeordnet sind. Diese Schaltungsanordnung entspricht dem Ausführungsbeispiel der Fig. 1 mit der Ausnahme, daß für die Transferelemente Laser-Fuses 16 eingesetzt werden.

Da die Auftrennung der Laser-Fuses 16 durch kurzzeitige Bestrahlung mit einem Laserstrahl, wie erläutert, irreversibel ist, müssen defekte Kapazitäten 12 vor der Auftrennung beispielsweise durch "Hot Spot Analyse" ermittelt werden.

Die Kapazitäten brauchen nicht parallel zueinander zu liegen. Vielmehr ist es auch möglich, Kapazitäten zu verwenden, die nicht parallel zueinander sind.

Fig. 3 zeigt ein solches Ausführungsbeispiel, bei dem Kapazitäten 12, 12' nicht parallel zueinander angeordnet sind. Diesen Kapazitäten 12, 12' ist eine Redundanz-Kapazität 13 zugeordnet, wobei jeder Anschluß der Kapazitäten 12, 12' jeweils über eine Fuse 16 mit einer ihm zugeordneten Fuse 16 eines Anschlusses der Redundanz-Kapazität 13 verbunden ist. Selbstverständlich ist es auch möglich, anstelle der

Fuses 16 Transferelemente wie in dem Ausführungsbeispiel der Fig. 1 einzusetzen.

Weisen alle Kapazitäten 12 und 12' sowie die Redundanz-Kapazität 13 einen gemeinsamen Pol über Anschlüsse 17 auf, dann können die mit diesen Anschlüssen 17 verbundenen Fuses 16 eingespart werden. Die Anzahl der Fuses wird auf diese Weise halbiert.

Fig. 4 zeigt schließlich ein Ausführungsbeispiel, bei dem die Transferelemente aus Parallelschaltungen von Fuses 16 und Antifuses 18 bestehen.

Ein Reparaturvorgang bei dem Ausführungsbeispiel gemäß der Fig. 4 könnte dann in der folgenden Weise vorgenommen werden: Zunächst wird ein Testlauf durchgeführt. Wird dabei eine defekte Kapazität 12 festgestellt, so wird die entsprechende Fuse 16 aufgetrennt, wodurch diese defekte Kapazität 12 abgeschaltet ist. Ergibt ein weiterer Testlauf keine Fehlermeldung, so wird die Schaltungsanordnung als repariert angesehen. Liegt dagegen immer noch ein Fehler vor, so wird bei der betreffenden Kapazität 12 die Antifuse aktiviert, d. h., die Kapazität wird zugeschaltet. Es wird sodann mit der nächsten Fuse fortgefahren, d. h. die entsprechende Verbindung aufgetrennt.

Mit diesem Algorithmus können Fehler repariert werden, bei denen nur eine Kapazität betroffen ist.

Die Erfindung ermöglicht so eine Kapazitäts-Redundanz bei einer integrierten Halbleiterschaltung mit Kapazitäten, so daß ein Verwerfen der integrierten Halbleiterschaltung nicht erforderlich ist, wenn in einer Kapazität ein Defekt vorliegt. Wesentlich ist dabei die Zuordnung von wenigstens einer Redundanz-Kapazität zu einer Kapazität, die ihrerseits in vorteilhafter Weise in zahlreiche Einzelkapazitäten aufgetrennt ist.

Patentansprüche

1. Integrierte Halbleiterschaltung aus wenigstens einer Kapazität und Transferelementen, bei der bei Ausfall der wenigstens einen Kapazität (12) mit den Transferelementen (14, 15) wenigstens eine Redundanz-Kapazität (13) zuschaltbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß beide Anschlüsse der Kapazität (12) und der Redundanz-Kapazität (13) jeweils mit einem Transferelement (14, 15) verbunden sind.
2. Integrierte Halbleiterschaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine Redundanz-Kapazität (13) parallel zu zwei Kapazitäten (12) vorgesehen ist (vergleiche Fig. 3).
3. Integrierte Halbleiterschaltung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Anschluß der Redundanz-Kapazität (13) über jeweils ein Transferelement (14, 15) mit dem Transferelement (14, 15) des Anschlusses einer Kapazität (12) verbunden ist.
4. Integrierte Halbleiterschaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Transferelement ein NMOS-, PMOS-, CMOS- oder bipolares Transferelement ist.
5. Integrierte Halbleiterschaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Transferelement eine Fuse (16) und/oder eine Antifuse (18) ist.
6. Integrierte Halbleiterschaltung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Transferelement eine Parallelschaltung aus Fuse (16) und Antifuse (18) ist (vergleiche Fig. 4).
7. Integrierte Halbleiterschaltung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Fuse (16) eine

5

DE 196 52 325 C 1

6

Laser-Fuse ist.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

BEST AVAILABLE COPY

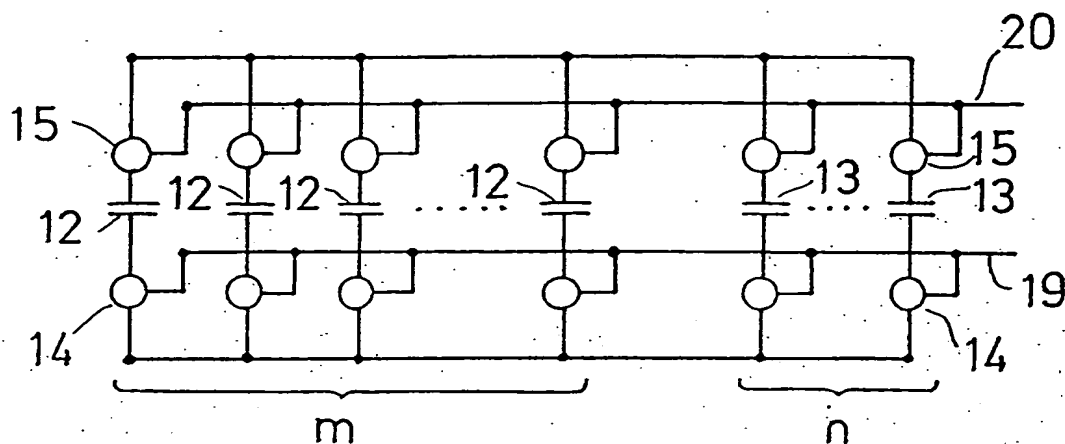


Fig. 1

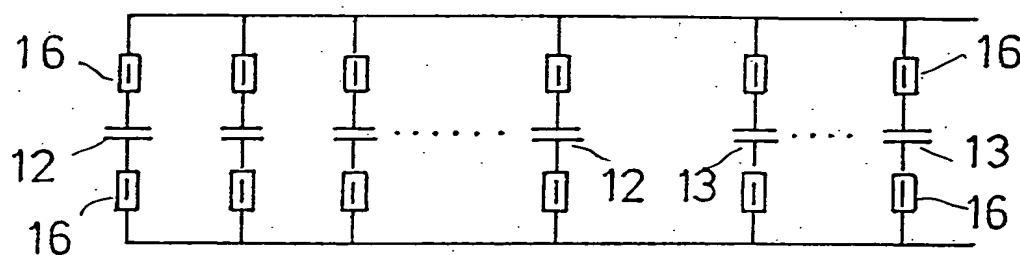


Fig. 2

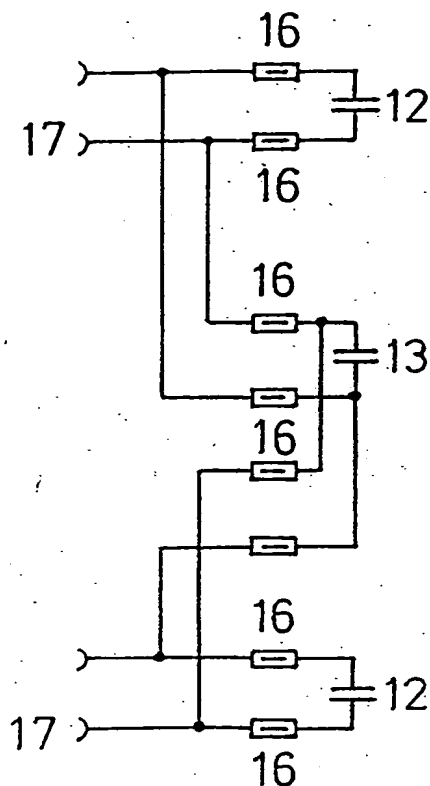


Fig. 3

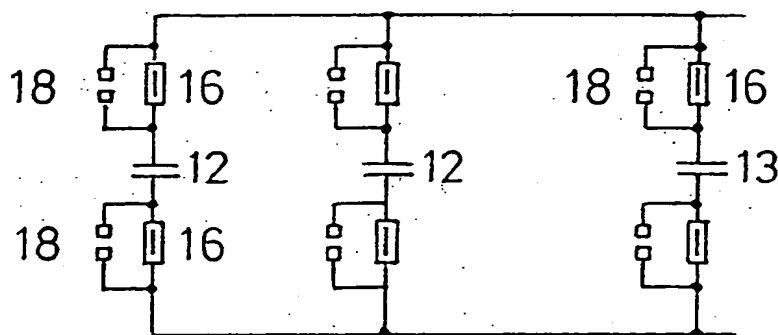


Fig. 4

BEST AVAILABLE COPY

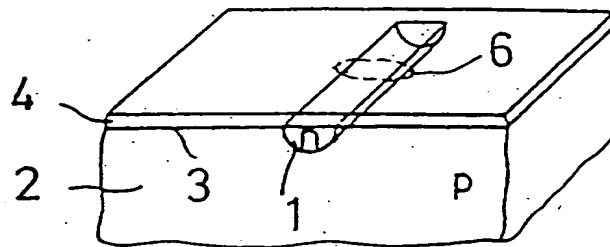


Fig. 5

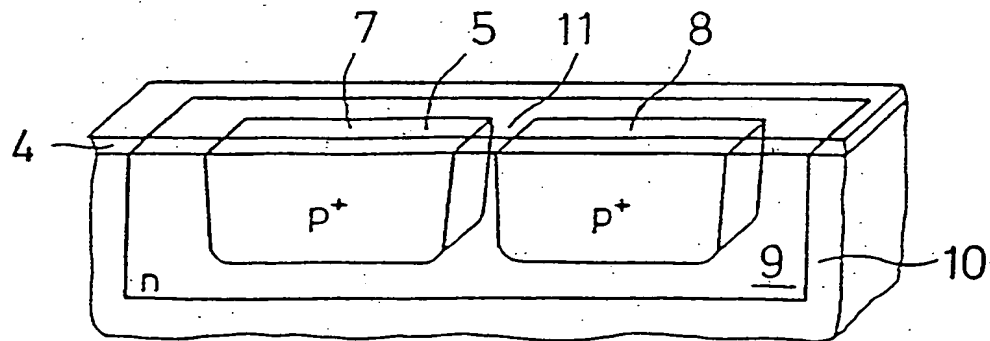
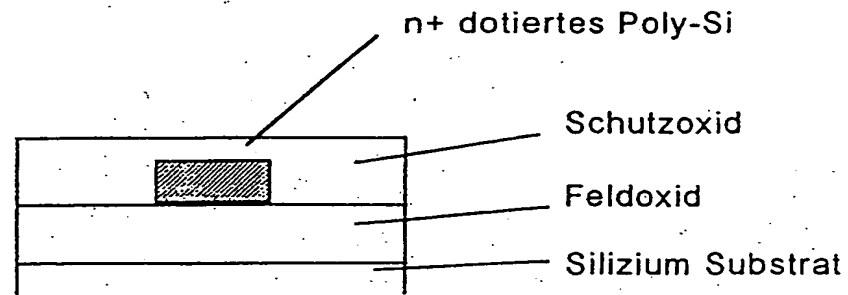


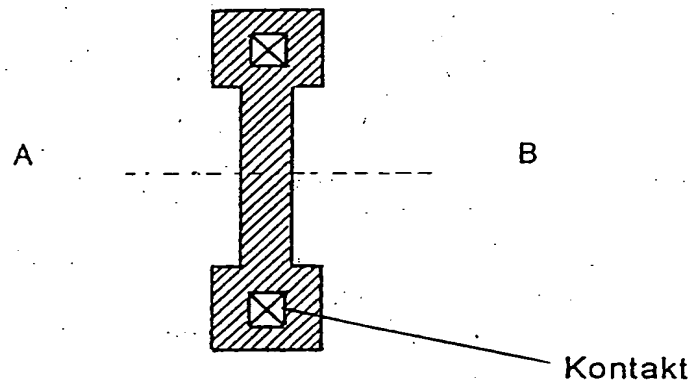
Fig. 6

BEST AVAILABLE COPY

Fig. 7



Schnitt A-B



"Poly-Silizium Laser Fuse"

BEST AVAILABLE COPY